

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
18 décembre 2003 (18.12.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/104563 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **E01B 7/12**,
11/50

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR03/01575

(22) Date de dépôt international : 23 mai 2003 (23.05.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/06922 5 juin 2002 (05.06.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **VOSS-
LOH COGIFER** [FR/FR]; 54, avenue Victor Hugo,
F-92500 Rueil Malmaison (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
BAUMERT, Serge [FR/FR]; Port de Vaudemange,
F-51380 Vaudemange (FR). **MUGG, Philippe** [FR/FR];
16, rue du Château Fiat, F-67500 Haguenau (FR).

(74) Mandataires : **LAGRANGE, Jacques** etc.; Cabinet
Lavoix, 2, place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex
09 (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

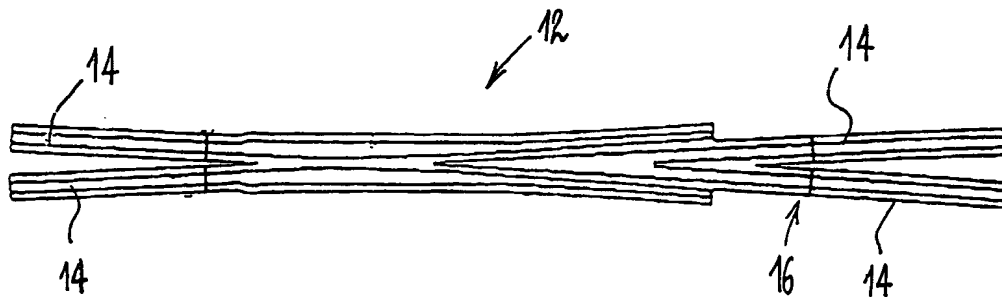
Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont re-
çues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: WELDING OF AN ELEMENT OF A TRACK UNIT AND A RAIL SECTION WITHOUT ADDING ANY MATERIAL

(54) Titre : SOUDAGE SANS APPORT DE MATIERE D'UN ELEMENT D'APPAREIL DE VOIE ET UN TONCON DE RAIL



(57) Abstract: Disclosed is a rail line comprising an element (12) of a railroad track unit, which is made of a high-alloy steel and in which at least one alloy has a content of at least 5 percent by mass, and a rail section (14) made of steel. Said element (12) and rail section (14) are joined together by welding without adding any metal. The rail section (14) is made of low-carbon medium-alloy steel which has a carbon content of less than 0.55 percent by mass.

(57) Abrégé : La file de rail comporte un élément (12) d'appareil de voie ferroviaire en acier fortement allié, dans lequel au moins un élément allié a une teneur égale à au moins 5 % en masse, et un tronçon de rail (14) en acier, liés l'un à l'autre par une soudure sans apport de métal. Le tronçon de rail (14) est formé d'un acier bas carbone moyennement allié dont la teneur en carbone, en masse, est inférieure à 0,55 %.



WO 03/104563 A1

SOUDAGE SANS APPORT DE MATIERE D'UN ELEMENT D'APPAREIL DE VOIE ET UN TRONCON DE RAIL

La présente invention concerne une file de rail, du type comportant un élément d'appareil de voie ferroviaire en acier fortement allié, dans lequel au moins un élément allié a une teneur égale à au moins 5 % en masse, et un tronçon de rail en acier, liés l'un à l'autre par une soudure sans apport de métal.

L'invention concerne en particulier la liaison entre un appareil de voie tel qu'un cœur de croisement et un tronçon de rail constitué par exemple d'un rail de voie courant en acier au carbone.

Il est connu que, lorsqu'on soude une pièce en un acier au carbone avec une pièce en un acier fortement allié, la fusion produite lors de cette opération provoque, à l'interface de liaison entre les deux pièces, la formation d'alliages dont la composition chimique est différente de celle des matériaux de base. Lorsque la soudure est faite sans apport de métal, par exemple par soudage par étincelage, il est difficile de maîtriser la nature des alliages créés. Aussi, la soudure réalisée est généralement de qualité médiocre, celle-ci s'apparentant plutôt à un collage.

Les rails au carbone couramment utilisés pour constituer des rails de voies courantes comportent une quantité de carbone comprise, en masse, entre 0,55 % et 0,8 %. Pour assurer une dureté suffisante, les rails comportent des ajouts d'autres métaux tels que du chrome. Toutefois, la quantité de chrome élevée rend impossible la soudure entre les deux aciers trop fortement alliés.

Pour résoudre le problème mentionné ci-dessus, il est connu de prévoir un insert formant une pièce intermédiaire entre l'élément d'appareil de voie ferroviaire en acier fortement allié et le tronçon de rail. Cette pièce intermédiaire est formée dans un matériau susceptible d'être soudé facilement sur l'élément d'appareil de voie ferroviaire d'une part et sur le tronçon de rail d'autre part.

Le recours à une telle pièce intermédiaire augmente le coût de mise en œuvre du procédé de liaison, notamment du fait des spécificités particulières du matériau constituant l'insert et de la nécessité de réaliser deux

soudures. De plus, il est constaté des chutes de dureté dans le tronçon de rail, dans la zone affectée thermiquement (ZAT) par l'énergie de la soudure.

L'invention a pour but de proposer une solution permettant d'assurer un niveau de dureté satisfaisant de l'élément d'appareil de voie et du tronçon de rail, ainsi que de la liaison entre l'élément d'appareil de voie et le tronçon de rail, sans que leur liaison ne soit d'un coût de réalisation élevé.

A cet effet, l'invention a pour objet une file de rail du type précité, caractérisée en ce que le tronçon de rail est formé d'un acier bas carbone dont la teneur en carbone est inférieure à 0,55 %, en masse.

Suivant des modes particuliers de réalisation, la file de rail comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le tronçon de rail est formé d'un acier bas carbone dont la teneur en carbone moyennement allié est inférieure à 0,5 %, en masse ;
- l'acier à bas carbone moyennement allié formant le tronçon de rail est un acier bainitique ;
- l'acier bas carbone moyennement allié formant le tronçon de rail a, en masse, la composition suivante :
 - . 0,05 % à 0,50 % de carbone ;
 - . 0,5 % à 2,5 % de manganèse ;
 - . 0,6 % à 3 % de silicium ou d'aluminium ;
 - . 0,25 % à 3,1 % de chrome ; et
 - . 0 % à 0,9 % de molybdène ;
- l'acier bas carbone moyennement allié formant le tronçon de rail a une composition définie ci-dessous :
 - . 0,28 % à 0,36 % de carbone ;
 - . 1,40 % à 1,70 % de manganèse ;
 - . au plus 0,03 % de phosphore ;
 - . 0,01 % à 0,03 % de soufre ;
 - . au plus 0,005 % d'aluminium ;
 - . 1 % à 1,40 % de silicium
 - . 0,40 % à 0,60 % de chrome ;
 - . 0,08 % à 0,20 % de molybdène ;
 - . au plus 0,04 % de titane ; et

. au plus 0,004 % de bore ; et

- l'élément d'appareil de voie ferroviaire en acier fortement allié comprend, en masse, 12 % à 14 % de manganèse.

5 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en élévation schématique d'un cœur de croisement de voies ferroviaires auxquelles sont soudés quatre tronçons de rail de voies courantes ;

10 - la figure 2 est une photomicrographie d'une soudure d'une file de rail selon l'invention ; et

- les figures 3 et 4 sont des diagrammes montrant la dureté mesurée suivant la longueur de la file de rail dans la région de la soudure pour deux modes différents de mise en œuvre de l'invention.

15 Sur la figure 1 est représenté un cœur de croisement permettant le croisement de deux files de voies sécantes. Le cœur de croisement 12 est ainsi relié à ses quatre extrémités à quatre tronçons de voies courantes 14.

Les tronçons de voies 14 sont reliés au cœur de croisement par des soudures 16 sans apport de métal.

20 Comme connu en soi, le cœur de croisement 12 est formé dans un acier fortement allié et notamment un acier dans lequel au moins un élément allié a une teneur égale à au moins 5 % en masse.

25 Cet acier est notamment un acier allié contenant entre 12 % et 14 % en masse de manganèse, le cœur de croisement ayant été obtenu par moulage. Il s'agit d'un acier bien connu sous le nom de HADFIELD.

La dureté de cet acier est comprise entre 170 et 230 HB.

30 Selon l'invention, les tronçons de rail 14 sont réalisés dans un acier bas carbone moyennement allié dont la teneur en carbone est inférieure à 0,55 %, en masse, et chaque soudure 16 est une soudure sans apport de métal réalisée directement entre l'acier fortement allié et l'acier bas carbone moyennement allié. La teneur en carbone de l'acier bas carbone moyennement allié est de préférence inférieure à 0,5 %, en masse.

De préférence, l'acier bas carbone moyennement allié est un acier bainitique sans carbure.

L'acier bainitique bas carbone formant le tronçon de rail 14 a, avantageusement, en masse, la composition suivante :

- 5 - 0,05 % à 0,50 % de carbone ;
- 0,5 % à 2,5 % de manganèse ;
- 0,6 % à 3 % de silicium ou d'aluminium ;
- 0,25 % à 3,1 % de chrome ; et
- 0 % à 0,9 % de molybdène.

10 De manière encore plus préférée, l'acier bainitique a une composition définie ci-dessous :

- 0,28 % à 0,36 % de carbone ;
- 1,40 % à 1,70 % de manganèse ;
- au plus 0,03 % de phosphore ;
- 15 - 0,01 % à 0,03 % de soufre ;
- au plus 0,005 % d'aluminium ;
- 1 % à 1,40 % de silicium
- 0,40 % à 0,60 % de chrome ;
- 0,08 % à 0,20 % de molybdène ;
- 20 - au plus 0,04 % de titane ; et
- au plus 0,004 % de bore.

Cet acier a une dureté comprise entre 350 et 390 HB.

La soudure 16 est obtenue par exemple par étincelage et forgeage suivant un cycle de soudage classique connu en soi.

25 En variante, la soudure peut être obtenue par induction, par friction, par faisceau d'électrons, par laser ou par tout autre faisceau à haute énergie.

30 Sur la figure 2 est illustré l'aspect de la soudure 16 obtenue. Il apparaît sur cette microphotographie agrandie cinq cents fois que l'interface est très nette entre l'acier bainitique bas carbone et l'acier fortement allié, les deux aciers étant interpénétrés de manière satisfaisante.

Suivant un premier mode de réalisation envisagé, l'élément d'appareil de voie en acier fortement allié est à température ambiante avant le sou-

dage par étincelage et d'une dureté résultant d'une hypertrempe de 170 à 230 HB.

Dans ce cas, l'évolution de la dureté de la file de rail au voisinage de la soudure est représentée sur la figure 3.

5 On constate que, dans sa partie courante, le tronçon de rail 14 a une dureté comprise entre 290 et 330 HB, et que cette dureté croît pour atteindre une valeur proche de 380 HB au voisinage immédiat de la soudure. La dureté de la file de rail reste à une valeur comprise entre 185 et 235 HB dans l'élément d'appareil de voie en acier fortement allié 12. Cette dureté corres-
10 pond à la dureté de l'élément d'appareil de voie avant soudage.

On constate donc qu'avec les compositions selon l'invention, la dureté reste satisfaisante au voisinage immédiat de la soudure, celle-ci n'étant pas inférieure à la dureté propre aux deux éléments soudés l'un à l'autre et qu'en particulier, il n'y a aucune chute de la dureté dans la zone affectée thermi-
15 quement (ZAT).

Suivant une variante de réalisation, l'extrémité de l'élément d'appareil de voie en acier fortement allié destinée à être soudée est pré-durcie avant mise en œuvre de la soudure par étincelage afin d'augmenter sa dureté. Ce pré-durcissage est obtenu par exemple par explosion.

20 La dureté de l'élément d'appareil de voie avant soudage est alors portée à une valeur comprise entre 330 et 360 HB.

Avec cette étape supplémentaire, les mesures de dureté obtenues sont celles illustrées sur la figure 4. Dans ce cas, la dureté du tronçon de rail est sensiblement identique à celle de la figure 3. En revanche, la dureté de
25 l'élément d'appareil de voie en acier fortement allié au voisinage immédiat de la soudure est sensiblement égale à 350 HB, valeur sensiblement égale à celle du tronçon de rail, dans sa partie courante.

REVENDICATIONS

1.- File de rail comportant un élément (12) d'appareil de voie ferroviaire en acier fortement allié, dans lequel au moins un élément allié a une teneur égale à au moins 5 % en masse, et un tronçon de rail (14) en acier moyennement allié, liés directement l'un à l'autre par une soudure sans apport de métal, caractérisée en ce que le tronçon de rail (14) est formé d'un acier bas carbone moyennement allié dont la teneur en carbone est inférieure à 0,55 %, en masse.

2.- File de rail selon la revendication 1, caractérisée en ce que le tronçon de rail (14) est formé d'un acier bas carbone moyennement allié dont la teneur en carbone est inférieure à 0,5 %, en masse.

3.- File de rail selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que l'acier à bas carbone moyennement allié formant le tronçon de rail est un acier bainitique.

4.- File de rail selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'acier bas carbone moyennement allié est un acier bainitique sans carbure.

5.- File de rail selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'acier bas carbone moyennement allié formant le tronçon de rail a, en masse, la composition suivante :

- 0,05 % à 0,50 % de carbone ;
- 0,5 % à 2,5 % de manganèse ;
- 0,6 % à 3 % de silicium ou d'aluminium ;
- 0,25 % à 3,1 % de chrome ; et
- 0 % à 0,9 % de molybdène.

6.- File de rail selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'acier bas carbone moyennement allié formant le tronçon de rail a une composition définie ci-dessous:

- 0,28 % à 0,36 % de carbone ;
- 1,40 % à 1,70 % de manganèse ;
- au plus 0,03 % de phosphore ;
- 0,01 % à 0,03 % de soufre ;
- au plus 0,005 % d'aluminium ;
- 1 % à 1,40 % de silicium

- 0,40 % à 0,60 % de chrome ;
- 0,08 % à 0,20 % de molybdène ;
- au plus 0,04 % de titane ; et
- au plus 0,004 % de bore.

5 7.- File de rail selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'élément d'appareil de voie ferroviaire en acier fortement allié comprend, en masse, 12 % à 14 % de manganèse.

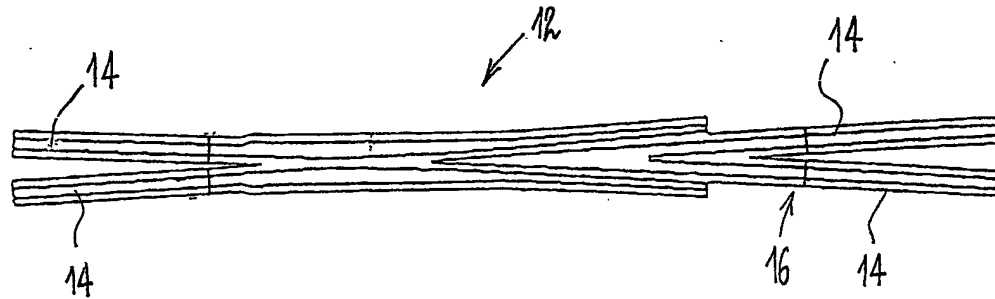
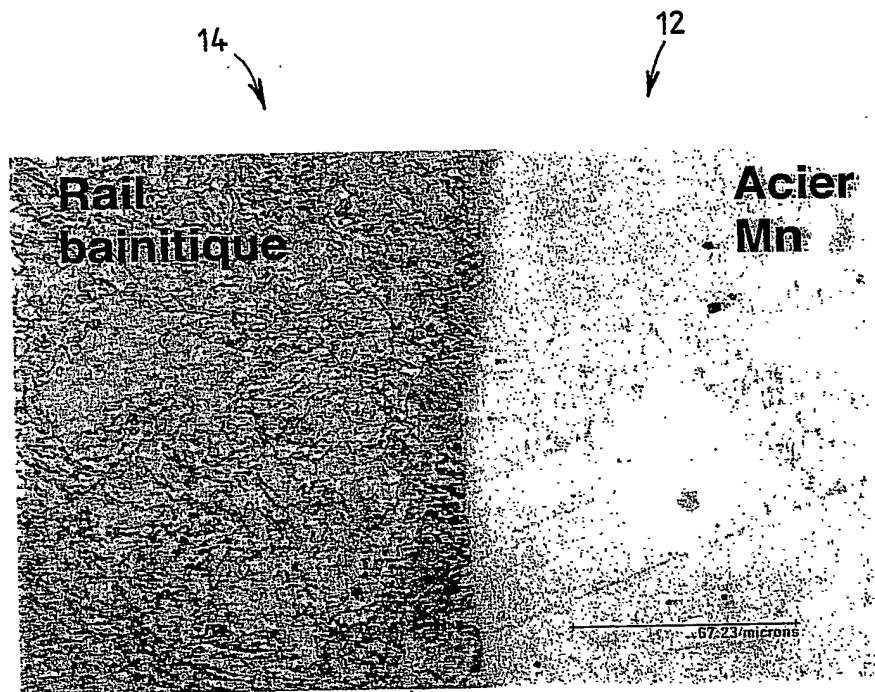


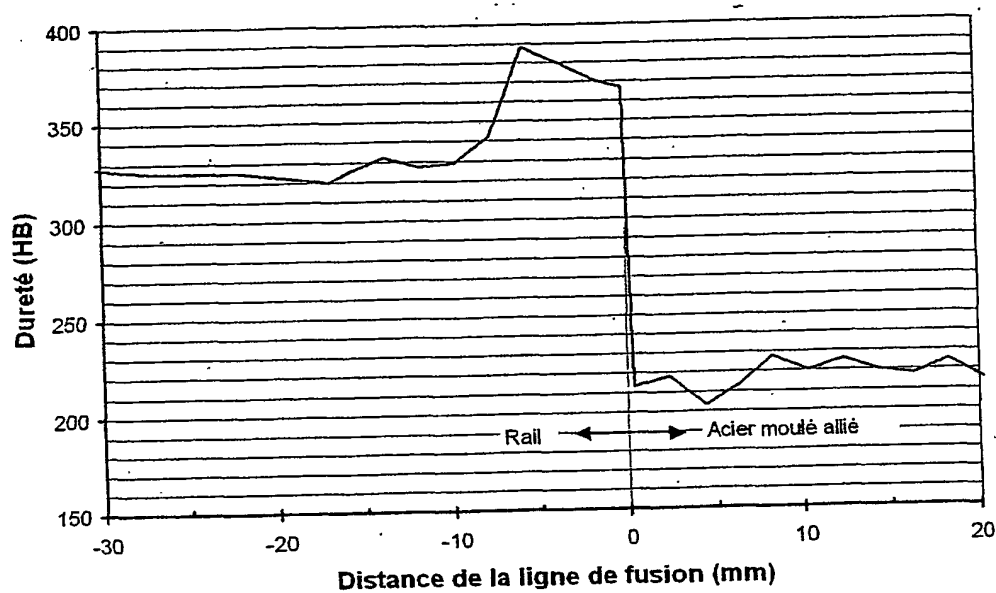
FIG. 1



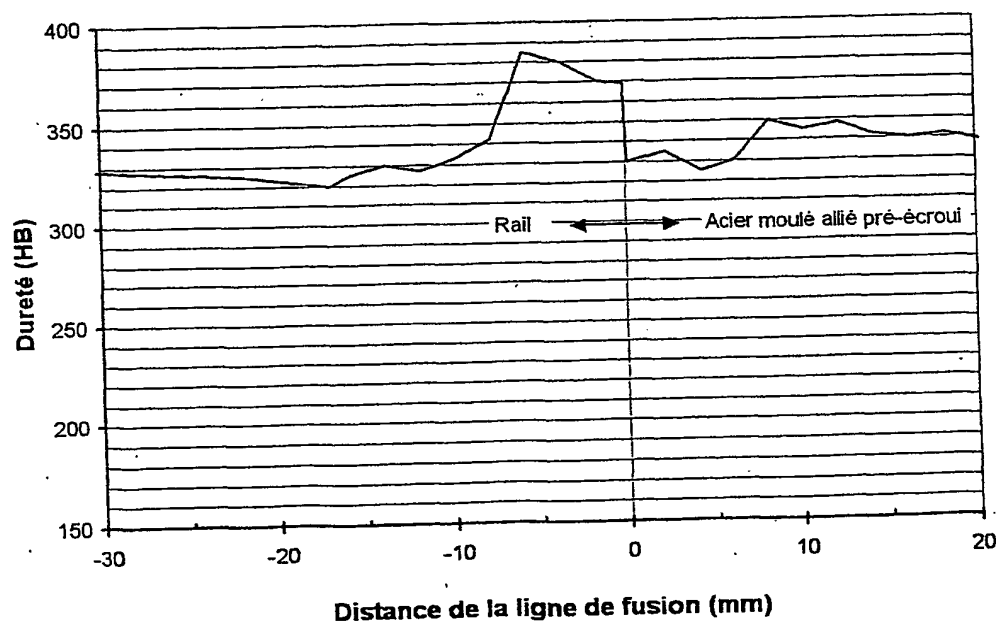
champignon - à la ligne de fusion
x 500

FIG. 2

Mesures de dureté, parallèle à la surface

FIG.3

Mesures de dureté, parallèle à la surface

FIG.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No
PCT/FR 03/01575A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 E01B7/12 E01B11/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 E01B B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 346 495 A (CREUSOT LOIRE) 28 October 1977 (1977-10-28) page 2, line 5 -page 3, line 13; figure 1	1,2,7
A	----	5,6
Y	FR 2 733 706 A (COGIFER) 8 November 1996 (1996-11-08) page 7, line 26 -page 9, line 2; figure 5	1,2,7
Y	----	1,2,7
A	US 3 089 021 A (HAWES DAVID H ET AL) 7 May 1963 (1963-05-07) column 5, line 53 - line 58	5,6
A	----	1,7
A	EP 0 567 052 A (MEUSE ACIERIES ;ACIERIES DE HAINE ST PIERRE ET (BE); THOMAS JACQUE) 27 October 1993 (1993-10-27) column 6, line 35 -column 8, line 20	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

15 October 2003

Date of mailing of the International search report

21/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Neef, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

II Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/01575

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2346495	A	28-10-1977	FR 2346495 A1	28-10-1977
			BE 848306 A1	12-05-1977
			CH 616471 A5	31-03-1980
			IT 1071845 B	10-04-1985
			PL 106801 B1	31-01-1980
FR 2733706	A	08-11-1996	FR 2733706 A1	08-11-1996
			AU 5824396 A	21-11-1996
			WO 9634719 A1	07-11-1996
US 3089021	A	07-05-1963	GB 925430 A	08-05-1963
EP 0567052	A	27-10-1993	LU 88105 A1	06-12-1993
			EP 0567052 A1	27-10-1993

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 E01B7/12 E01B11/50

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 E01B B23K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 346 495 A (CREUSOT LOIRE) 28 octobre 1977 (1977-10-28) page 2, ligne 5 -page 3, ligne 13; figure 1	1,2,7
A	----	5,6
Y	FR 2 733 706 A (COGIFER) 8 novembre 1996 (1996-11-08) page 7, ligne 26 -page 9, ligne 2; figure 5	1,2,7
Y	----	1,2,7
A	US 3 089 021 A (HAWES DAVID H ET AL) 7 mai 1963 (1963-05-07) colonne 5, ligne 53 - ligne 58	5,6
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

G document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

15 octobre 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/10/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tél. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

De Neef, K

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Descriptive internationale No
PCT/FR 03/01575

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 0 567 052 A (MEUSE ACIERIES ;ACIERIES DE HAINE ST PIERRE ET (BE); THOMAS JACQUE) 27 octobre 1993 (1993-10-27) colonne 6, ligne 35 -colonne 8, ligne 20 -----</p>	1,7

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux familles de brevets

Derivée internationale No

PCT/FR 03/01575

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2346495	A	28-10-1977	FR 2346495 A1	28-10-1977
			BE 848306 A1	12-05-1977
			CH 616471 A5	31-03-1980
			IT 1071845 B	10-04-1985
			PL 106801 B1	31-01-1980
FR 2733706	A	08-11-1996	FR 2733706 A1	08-11-1996
			AU 5824396 A	21-11-1996
			WO 9634719 A1	07-11-1996
US 3089021	A	07-05-1963	GB 925430 A	08-05-1963
EP 0567052	A	27-10-1993	LU 88105 A1	06-12-1993
			EP 0567052 A1	27-10-1993